

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-081777

(43)Date of publication of application : 28.03.1997

(51)Int.Cl.

G06T 17/00

(21)Application number : 07-236399

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 14.09.1995

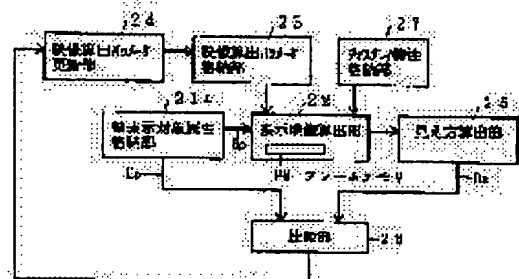
(72)Inventor : TORIO TAKASHI
ENDO TOSHIO

(54) METHOD AND DEVICE FOR GENERATING IMAGE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To give reality to an image by making how an image displayed on a screen by processing a desired image to be shown, i.e., original image data is seen as identical to the original image to be shown as possible.

SOLUTION: On a calculation part 25 for how to be seen, one model for how to be seen which is previously structured on the basis of various psychological phenomena regarding the human sensations is mounted as a program of a computer. The calculation part 25 calculates data Ds on how to be seen which show how a human sees are calculated on the basis of an image calculated by a display image calculation part 22. A comparison part 26 compares the data Ds with the attribute Dp of an object to be displayed which is stored in a displayed object attribute storage part 21a and updates video calculation parameters so that the both come closer to each other. An image is calculated at each time by using the image calculation parameters and the data Ds are calculated from the calculation result; and image calculation parameters are updated again in comparison with the attribute Dp of the object to be displayed. This process is repeated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

【特許請求の範囲】

【請求項 1】人間の視覚に関する心理現象に基づいて、視覚過程をシミュレートする視覚モデルを構築し、見せたいものに対して映像生成手段による加工を行って映像を生成するとともに、生成された映像についての前記視覚モデルによってシミュレートされた見え方が、前記見せたいものとのできるだけ一致するように、前記映像生成手段を逐次的に最適化することを特徴とする映像の生成方法。

【請求項 2】見せたい原映像のデータである原映像データに対して映像生成手段による処理を行ってフレームメモリ上の映像を生成し、生成された映像に対して、人間の視覚に関する心理現象に基づく視覚モデルによるシミュレートを行い、視覚される映像のデータである視覚映像データを生成し、前記視覚映像データと前記原映像データとの差異が最小となるように前記映像生成手段を逐次的に最適化することを特徴とする映像の生成方法。

【請求項 3】生成された映像の評価に応じて前記視覚モデルの変更を行う請求項 1 又は請求項 2 記載の映像の生成方法。

【請求項 4】原映像データを格納する原映像データ格納部と、前記原映像データに基づいて表示のための映像を算出する表示映像算出部と、前記表示映像算出部における算出に用いられる映像算出パラメータを格納する映像算出パラメータ格納部と、人間の視覚に関する心理現象に基づく視覚モデルにしたがって、前記映像を見たときの見え方に関するデータである見え方データを算出する見え方算出部と、前記原映像データと前記見え方データとを比較する比較部と、前記比較部による比較結果に応じて、前記映像算出パラメータの値を変更する映像算出パラメータ更新部と、を有することを特徴とする映像の生成装置。

【請求項 5】表示装置の表示特性についての情報であり、前記表示映像算出部における算出に用いられる表示特性情報を格納する表示特性情報格納部を有する請求項 4 記載の映像の生成装置。

【請求項 6】前記見え方算出部における算出に用いられる見え方算出パラメータを格納する見え方算出パラメータ格納部と、前記映像を画面に表示する表示装置と、前記表示装置に表示された映像に対する評価を入力する評価入力部と、前記評価に応じて前記見え方算出パラメータを更新する見え方算出パラメータ更新部と、を有する請求項 5 記載の映像の生成装置。

【請求項 7】原映像データを格納する原映像データ格納部と、

前記原映像データに基づいて表示のための映像を算出する表示映像算出部と、前記表示映像算出部における算出に用いられる映像算出パラメータを格納する映像算出パラメータ格納部と、前記映像を画面に表示する表示装置と、前記表示装置に表示された映像を撮像して撮映像データを入力する映像入力部と、人間の視覚に関する心理現象に基づく視覚モデルにしたがって、前記撮映像データについての見え方に関するデータである見え方データを算出する見え方算出部と、前記原映像データと前記見え方データとを比較する比較部と、前記比較部による比較結果に応じて、前記映像算出パラメータの値を変更する映像算出パラメータ更新部と、を有することを特徴とする映像の生成装置。

【請求項 8】前記原映像データとして 3 次元物体についての 3 次元形状パラメータと 3 次元運動パラメータとを用い、前記見え方算出部において、動いている物体を見たときの物体の 3 次元運動と 3 次元形状を知覚する人間の機能のモデルを用いて構成されている請求項 4 乃至請求項 7 のいずれかに記載の映像の生成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コンピュータで作成した映像〔コンピュータグラフィックス（CG）映像〕、又はカメラなどから入力した映像を、さらにコンピュータで加工して映像を生成する方法及び装置に関する、特に、人間の視覚特性を考慮しながら映像を加工することにより、人間にとって自然で迫力のある映像を生成する方法及び装置に関する。

【0002】コンピュータの処理能力の向上や通信における帯域の増大にともなう、コンピュータにより生成された映像や実写映像に加工処理を加えた映像が用いられている。映像ソフトを作成する業界においても、コンピュータを利用してより品質の高い映像をより少ない工数で作成することのできる環境が望まれている。さらに、コンピュータによる映像の利用者が増大するにつれて、映像の内容に関しても一般の関心が深まっている。このような背景のもとで、コンピュータを利用した映像の生成及び表示に関する技術に対して、より自然で迫力のある映像への要望が高まっている。

【0003】

【従来の技術】図 9 は従来における映像生成装置 90 の構成を示すブロック図、図 10 は物体投影を説明する図、図 11 は人間の視覚に関する心理現象の例を説明する図である。

【0004】映像の生成装置 90 は、物体の 3 次元形状データに基づいて、図 10 に示すように、物体を適当な視点から見た場合に得られる投影像をユークリッド幾何

3

学を基盤として生成し、それを画面に表示するものである。

【0005】図9において、映像生成装置90は、3次元形状データ格納部91、映像生成部92、及び表示部93から構成されている。映像生成部92は、焦点距離格納部95、透視投影部96、及び画像メモリ97からなっている。

【0006】3次元形状データ格納部91は、コンピュータ内のメモリ又はコンピュータに接続された外部記憶装置によって構成される。3次元形状データ格納部91には、表示したい多面体の各面の頂点の3次元座標が数値データとして格納されている。焦点距離格納部95には、透視投影に用いられる焦点が予め格納されている。ここでの焦点とは、図10に示すように、物体を画像面に投影するに際して、その画像面から視点までの距離fのことである。

【0007】透視投影部96は、図10に示すように、視点と物体との間に存在する画像面に物体を投影して得られる図形を演算により算出し、画像メモリ97にその図形を書き込む。表示部93は、画像メモリ97の内容を画面に表示する。

【0008】ところで、人間は網膜に写った2次元像に基づいて外界の3次元構造（物体の3次元形状や3次元運動）を推定している。しかし、人間の心理的な効果によって、推定する3次元構造は必ずしも現実の3次元構造と合致しないことが知られている。つまり、人間が感じる心理的な3次元空間は現実のユークリッド的な3次元空間とは異なっており、心理的な歪みを生じると言われている。

【0009】例えば、図11に示すように、3つの円筒a、b、cは互いに同一の大きさで描かれており、したがって人間の網膜上での大きさは同一であるが、その背景として描かれた通路によって遠近感が相違し、主観的に近くにあると判断される円筒aは小さく感じられ、遠くにあると判断される円筒cは大きく感じられる。

【0010】また、他の例として、回転するバーバーポールを見たときに、人間にはバーバーポールが回転しているのではなく、ストライプ模様が鉛直方向に移動しているように見える。さらに他の例として、字体は全く同一で大きさの相違する2つの文字フォントを見たときに、線の太さと間隔の関係がフォントの大きさにより異なって感じられるため、人間には2つの字体のバランスが相違して見える。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来の映像生成装置90においては、人間に特有の心理的な効果についての考慮がなされていないため、画面に表示された物体像を見たときに人間が解釈する3次元構造は現実の3次元世界の構造と必ずしも一致しなかった。

【0012】また、画面に表示された映像を見たときの

4

人間の見え方は、現実のシーンを直接見たときの見え方とは異なっている。両者が近いほどその映像には実在感があるといえる。映像に実在感を持たせるためには、画面から目に入る光のパターンと実物から目に入る光のパターンとをできるだけ一致させるという考え方がある。つまり、実物の映像に忠実な映像を画面に表示するのである。そのためには、カメラ及び表示装置（ディスプレイ）の分解能を高めて映像（画像）を高精細にし且つ表現色の数や濃度階調数を増大したり、左右の目に入る光に視差を持たせて立体視を可能とするなど、カメラや表示装置の性能の向上を図る必要がある。従来においてこの方向で多くの提案がなされている（例えば、論文特集「次世代画像技術」テレビジョン学会誌、Vol. 48, No. 10, 1994）。

【0013】しかし、表示装置の性能や機能の向上は重要な問題ではあるが、これで完璧ということではなく、またコストの面も考慮しなければならない。そこで、本発明者らは、映像を適切に加工することによって、与えられた表示装置の制約の下で可能な限り映像に実在感を与えることを考えたのである。

【0014】本発明は、人間の見え方を積極的に利用するという観点から、見せたい映像、すなわち原映像データに加工を施すことにより、画面に表示された映像を見たときの見え方を本来見せたい映像にできるだけ一致させて、映像に実在感を与えることのできる映像の生成方法及び装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】まず、本発明の基本的な原理を説明する。図1は本発明の基本的な考え方を示す図、図2は本発明の映像の生成方法を説明するための図である。

【0016】カメラ（TVカメラ）で撮影した映像を表示装置に表示する。表示された映像はカメラや表示装置の物理的な特性によって劣化するため、その映像を人間が見たときに目に入る光のパターンは、実物からのものとは異なる。しかし、人間は目に入る光のパターンをそのまま感じ取っているわけではなく、人間の視覚過程における様々な特性によって修飾されたものを知覚する。したがって、目に入る光のパターンがたとえ異なっているとしても、人間が知覚するパターンは一致しているということはある。例えば、3原色によって総ての色を表現可能であることから分かるように、光の波長の分布が異なっているとしても人間には同じ色に見える場合がある。つまり、視覚過程の入力と出力との関係は必ずしも一対一ではなく、多対一である。人間は目に入る情報の総てを知覚しているわけではなく、視覚過程において情報の集約を行っている。このことは、必ずしも光が目に入る前の段階において、実シーンを見た場合と画面上の映像を見た場合とを一致させる必要はなく、人間の視覚過程を経た後で両者が一致するように映像を生成できることを示

している。

【0017】表示装置に映像を表示する過程において、人間の視覚過程に対するいわば「逆過程」を盛り込むことによって、それが実現される。つまり、実シーンを見たときの見え方に対してその「逆過程」を施したものにできるだけ一致するように、映像を加工するのである。

「逆過程」は一对多であるので、画面上の映像を実シーンそのものに一致させる場合と比較して、一致させるべき対象の範囲が広くなり、したがってより一致度の高い映像を容易に得ることができる。

【0018】上述の考え方は、実シーンを見たときと画面上の映像を見たときとを比較する場合のみではなく、図1に示すように、より一般的に、映像を作成した者が本来見せたいものとその映像を見たときの実際の見え方を一致させたいという場合にも当てはまる。

【0019】図1において、表示系の物理的な制約や錯視現象に見られるような視覚過程における人間特有の心理的效果のため、本来見せたいものを表示装置の画面に直接に表示すると、それを見たときの見え方は本来見せなかったものと必ずしも一致しないが、上述した「逆過程」を映像生成に盛り込むことによって、両者を一致させることができる。

【0020】図1に示す場合において、両者が一致したか否かを判断するには、例えば、窓の開いた同一の2つの箱を準備し、その一方の箱には実物を入れ、他方の箱にはその実物の映像を表示したTVモニターを入れる。この2つの箱を被験者に提示し、窓から実物と映像とをそれぞれ見せてどちらが実物かを当てさせる。間違ふ頻度が多ければ両者の一致度は高いと判断する。通常の下では両者を間違えることはほとんどない。そこで、外部光を遮断した上で、箱の窓にフィルタを取り付けて光の透過度を制約する。一般に、光の透過度が小さくなると間違ふ頻度は増加する。光の透過度が大きくても間違ふ頻度が増加すれば、その映像の実在感が高い。光の透過度を十分小さくしないと間違ふ頻度が増加しなければ、その映像の実在感は低いと定義することで、映像の実在感（実物との一致の度合い）を定量化する。

【0021】しかし、2つの箱を用いる方法では、実物を見たときに目に入る光のパターンの持つ情報が少ない場合には、光の透過度を小さくしなくても間違ふ頻度が増加する。そのため、本来持っている情報が少ないほど実在感が高くなってしまう。したがって、情報の量を何らかの尺度で定義し、その情報量で正規化する必要がある。また、実在感の程度が測定できたとした場合に、実在感が高まる方向に逐次的に映像生成方法を更新すればよいが、どの方向に更新すれば良いかの指針が無いので試行錯誤に頼らざるを得ない。そうすると試行錯誤の過程に人間が介在するので、映像を最適化するのに時間を要する。

【0022】そこで、請求項1の発明においては、視覚

に関する様々な心理現象に基づいて、視覚過程をシミュレートする視覚モデルを構築し、人間による評価の代わりに、シミュレートされた見え方の一致の度合いを評価するのである。

【0023】すなわち、まず、図2の(1)で示すように、視覚に関する様々な心理現象に基づいて視覚モデルを構築する。ここでの心理現象には、例えば、人間の時間空間における周波数特性、オプティカルフローを算出するモデル、オプティカルフローから3次元を推定するモデルなどが含まれる。

【0024】次に、図2の(2)で示すように、見せたいものAに対して映像生成手段fによる加工を行って映像Jを生成するとともに、生成された映像Jについての視覚モデルvによってシミュレートされた見え方Bが、見せたいものAとできるだけ一致するように、前記映像生成手段fを逐次的に最適化する。

【0025】請求項3の発明においては、さらに、図2の(3)で示すように、生成された映像Jの評価に応じて視覚モデルvを検証して改良などの変更を行う。図2において、映像の生成方法は内側のループ1Aと外側のループ1Bの2つのループからなっている。内側のループ1Aでは、可変なパラメータを含む映像生成手段fと表示系モデルdによって、人間の目に入る光のパターンをコンピュータ内部で生成し、視覚モデルvによってそれを見たときの見え方Bをシミュレートする。そして、シミュレートされた見え方Bが、見せたいものAとできるだけ一致するように、映像生成手段fの可変なパラメータを更新していく。外側のループ1Bでは、映像生成手段fで生成された映像Jを実際に表示し、それを人間が見て評価する。その評価に応じ必要であれば視覚モデルvを修正する。

【0026】内側のループ1Aにおいて、見せたいものAから図示しないフレームメモリ上の映像J(x, y, t)を生成する映像生成手段を写像f、フレームメモリ上の映像Jから目に入る光のパターンI(x, y, t)を生成する表示系モデルを写像d、目に入る光パターンIから人間による見え方Bを生成する視覚モデルを写像vと置くと、内側のループ1Aでは、見せたいものAと見え方Bとの間に次の(1)式の関係がある。

$$B = v * d * f * A \quad \cdots (1)$$

上述の(1)式ができるだけ成立するようなfを探索する。換言すれば、AとBの近さを、 $|A - B|$ と表すと、次の(2)式

$$|A - B| = |A - v * d * f * A| \quad \cdots (2)$$

が最小になるようなfを繰り返して計算することにより算出する。実際には幾つかの可変なパラメータで表現できるような写像fの族を考え、その族の中で最適のものを探すこととなる。

【0028】また、特定の見せたいものAに対して、

(2)式の代わりに次の(3)式

$|A-B| = |A-v*d*I| \dots\dots (3)$
 が最小になるような映像Iを探索する。内側のループ1
 Aでは人間は介在せず、コンピュータ内部の演算だけで
 閉じている。

【0029】一方、外側のループ1Bでは、内側のループ1Aの映像生成手段fで生成した映像Jを表示系に実際に表示し、それを人間が見て評価する。この評価は、例えば「同一に見えますか」という質問に対して、評価を行う者がイエス又はノーで答える。もし、視覚モデルが完全であれば、見せたいものAと見え方Bとは一致するはずである。しかし、見せたいものAと見え方Bとのずれが許容範囲を越える場合には、視覚モデルを修正した後、再度内側のループ1Aに戻る。なお、外側のループ1Bには人間が介在することとなるが、人間が介在する頻度は大幅に少なくなるため余り問題とはならない。

【0030】図3～図7をも参照して、請求項2の発明に係る方法は、見せたい原映像のデータである原映像データDpに対して表示映像算出部22及び映像算出パラメータ格納部23などの映像生成手段による処理を行ってフレームメモリFM上の映像を生成し、生成された映像に対して、人間の視覚に関する心理現象に基づく視覚モデルによるシミュレートを行い、視覚される映像のデータである視覚映像データDsを生成し、前記視覚映像データDsと前記原映像データDpとの差異が最小となるように前記映像生成手段を逐次的に最適化する。

【0031】請求項4の発明に係る装置は、原映像データDpを格納する原映像データ格納部21と、前記原映像データDpに基づいて表示のための映像を算出する表示映像算出部22と、前記表示映像算出部22における算出に用いられる映像算出パラメータを格納する映像算出パラメータ格納部23と、人間の視覚に関する心理現象に基づく視覚モデルにしたがって、前記映像を見たときの見え方に関するデータである見え方データDsを算出する見え方算出部25と、前記原映像データDpと前記見え方データDsとを比較する比較部26と、前記比較部26による比較結果に応じて、前記映像算出パラメータの値を変更する映像算出パラメータ更新部24とを有して構成される。

【0032】請求項5の発明に係る装置においては、表示装置の表示特性についての情報であり、前記表示映像算出部22における算出に用いられる表示特性情報を格納する表示特性情報格納部27を有する。

【0033】請求項6の発明に係る装置においては、前記見え方算出部25における算出に用いられる見え方算出パラメータを格納する見え方算出パラメータ格納部28と、前記映像を画面に表示する表示装置30と、前記表示装置30に表示された映像に対する評価を入力する評価入力部31と、前記評価に応じて前記見え方算出パラメータを更新する見え方算出パラメータ更新部29とを有する。

【0034】請求項7の発明に係る装置においては、原映像データDpを格納する原映像データ格納部21と、前記原映像データDpに基づいて表示のための映像を算出する表示映像算出部22と、前記表示映像算出部22における算出に用いられる映像算出パラメータを格納する映像算出パラメータ格納部23と、前記映像を画面に表示する表示装置30と、前記表示装置30に表示された映像を撮像して撮映像データを入力する映像入力部32と、人間の視覚に関する心理現象に基づく視覚モデルにしたがって、前記撮映像データについての見え方に関するデータである見え方データDsを算出する見え方算出部25と、前記原映像データDpと前記見え方データDsとを比較する比較部26と、前記比較部26による比較結果に応じて、前記映像算出パラメータの値を変更する映像算出パラメータ更新部24とを有する。

【0035】請求項8の発明に係る装置においては、前記原映像データDpとして3次元物体についての3次元形状パラメータと3次元運動パラメータとを用い、前記見え方算出部25において、動いている物体を見たときの物体の3次元運動と3次元形状を知覚する人間の機能のモデルを用いて構成される。

【0036】

【発明の実施の形態】映像の生成方法は、コンピュータグラフィックス(CG)によるものと、実写映像を素材にしたものとに大まかに分類される。CG技術の進展には目ざましいものがあるが、リアリティの面では実写映像が優れている。実写映像はコンピュータ内部では数値の2次元配列として表現されるので、CGと比べてコンピュータによる自在な操作が容易でない。しかし、近年においてモーフィングなど実写映像に幾何学的な変換を加えながら映像を生成する技術や、CGにおいて実写映像をマッピングする技術が進展しており、CGと実写映像とを混用することにより一層実在感のある映像を生成することができる。

【0037】以下に説明する第1～第4の態様はCGを用いるものであり、第5の態様はCGと実写映像とを混用するものである。図3は本発明に係る第1の態様の映像生成装置3を示すブロック図である。

【0038】図3において、映像生成装置3は、被表示対象属性格納部21a、表示映像算出部22、映像算出パラメータ格納部23、映像算出パラメータ更新部24、見え方算出部25、及び比較部26からなっている。

【0039】被表示対象属性格納部21aは、物体の2次元形状又は3次元形状を表すパラメータ、文字のフォントデータ、物体の3次元運動を表すパラメータ、及び物体の表面の色の分布や光源の配置などの属性(属性データ)を格納する。従来のコンピュータグラフィックスでは、これらの属性を用い、光学や幾何学に基づいて映像を算出していたが、この映像生成装置3では、表示映像

算出部 22 での算出において、焦点距離や各種画像変換パラメータなどの変更可なパラメータ（映像算出パラメータ）を調節することによって、光学や幾何学には必ずしも忠実ではないけれども、人間が見たときにより正確に外界や構造を理解することができるように算出する。なお、被表示対象属性格納部 21a に格納される被表示対象の属性は、本発明における原映像データ Dp の一部である。したがって被表示対象の属性を、「属性 Dp」と記載することがある。

【0040】映像算出パラメータ格納部 23 は、映像算出パラメータを格納する。映像算出パラメータの初期値としては、通常のコンピュータグラフィックスにしたがう。表示映像算出部 22 は、表示映像パラメータを参照して映像（映像データ）を算出する。算出された映像は、ビットマップ方式のフレームメモリ FM に書き込まれる。見え方算出部 25 には、人間の視覚に関する各種の心理現象に基づいて予め構築してある見え方のモデルがコンピュータのプログラムとして搭載されている。見え方算出部 25 において、表示映像算出部 22 で算出された映像に基づいて、人間の見え方を表す見え方データ Ds を算出する。比較部 26 は、算出された見え方データ Ds と被表示対象属性格納部 21a に格納された被表示対象の属性とを比較し、両者が近くなるように映像算出パラメータを更新する。

【0041】その後、更新された映像算出パラメータを用いて映像を再度算出し、その結果から見え方データ Ds を算出してそれと被表示対象の属性とを比較し、再度映像算出パラメータを更新する。この処理を見え方データ Ds と被表示対象の属性 Dp とが十分に近くなるまで繰り返す。

【0042】なお、図 3 における表示映像算出部 22 及び映像算出パラメータ格納部 23 が、図 2 における映像生成手段 f に相当する。図 4 は本発明に係る第 2 の態様の映像生成装置 3A を示すブロック図である。

【0043】映像生成装置 3A においては、上述した映像生成装置 3 に対して、ディスプレイ特性格納部 27 が追加されている。ディスプレイ特性格納部 27 には、表示装置（ディスプレイ）の解像度、表示可能な色数、表示色のドットパターン、濃度階調数、ガンマ特性、残像時間などの特性情報が記述して格納されている。映像生成装置 3A では、表示映像算出部 22 による映像の算出にあたって、これらの特性情報に応じて表示装置の画面に表示される映像を算出する。これによって、表示装置毎に異なる特性に対応して最適な映像を算出することができる。

【0044】なお、図 4 における表示映像算出部 22 及び映像算出パラメータ格納部 23 は、図 2 における映像生成手段 f 及び表示系モデル d に相当する。図 5 は本発明に係る第 3 の態様の映像生成装置 3B を示すブロック図である。

【0045】映像生成装置 3B においては、上述した映像生成装置 3A に対して、見え方算出パラメータ格納部 28、見え方算出パラメータ更新部 29、表示部（表示装置）30、及び評価入力部 31 が追加されている。映像生成装置 3B では、表示映像算出部 22 で算出された映像を表示部 30 の画面に表示し、その映像を人間が見て評価し、その結果を評価入力部 31 から入力する。評価入力部 31 から入力された評価に応じて、見え方算出パラメータ更新部 29 によって見え方算出パラメータ格納部 28 に格納された見え方算出パラメータを更新する。見え方算出部 25 は、見え方算出パラメータを参照して見え方データ Ds を算出する。このように、表示部 30 に表示された映像の評価に応じて見え方算出パラメータを変更することにより、見え方のモデルをより妥当なものに変更することができる。

【0046】つまり、上述した第 1 及び第 2 の態様の映像生成装置 3、3A では、各種の心理現象に基づいて構築した見え方のモデルを搭載してあるが、見え方のモデルは未だ完全なものではない。映像生成装置 3B のように人間の評価に応じて見え方のモデルを更新することにより、算出された映像を見たときの人間の見え方をより正確に算出することができる。その結果として、見え方データ Ds と属性 Dp をよりよく一致させることができる。

【0047】図 6 は本発明に係る第 4 の態様の映像生成装置 3C を示すブロック図である。映像生成装置 3C においては、上述した映像生成装置 3 に対して、表示部 30 及び映像入力部 32 が追加されている。すなわち、上述の映像生成装置 3A では、表示装置（表示部）の特性をパラメータとして表現し、これによって表示装置に表示されるであろう映像をシミュレーションによって算出していた。この例の映像生成装置 3C では、映像を表示部 30 の画面に実際に表示することにより、パラメータでは表現しきれない表示装置の特性をも計算に入れることができ、より確実に表示装置の特性に適応することができる。なお、映像入力部 32 は種々の撮像デバイスを用いたカメラである。

【0048】図 7 は本発明に係る第 5 の態様の映像生成装置 3D を示すブロック図である。映像生成装置 3D においては、上述した映像生成装置 3B に対して、画像データ格納部 21b が追加されている。画像データ格納部 21b には、カメラなどから入力した実写画像の画像データが格納されている。この映像生成装置 3D では、表示映像算出部 22 において、画像データ格納部 21b に格納された画像データを素材とし、必要に応じて被表示対象属性格納部 21a の属性 Dp を用い、各種変換や画像合成などを行うことによって映像を算出する。実写画像を素材にしているので、従来のコンピュータグラフィック技術では実現しきれないより実在感のある映像を生成することができる。なお、被表示対象属性格納部 2

1 a及び画像データ格納部2 1 bによって原映像データ格納部2 1が構成されている。被表示対象属性格納部2 1 aに格納される属性はコンピュータグラフィックスに用いられるデータであり、これと実写画像の画像データとを合わせたものが本発明における原映像データD pである。

【0049】図示は省略したが、本発明に係る第6の態様の映像生成装置3 Eにおいては、上述した第1～第5の態様の映像生成装置3～3 Dに対し、被表示対象の属性としてHDTVなど高い解像度の映像に人間の視覚感度特性に合致する時空間フィルタを施したものをを用いる。これは高い解像度の映像を見たときの人間の見え方を表している。一方、画像データとしては高い解像度のデータを持っているが、使用できる表示装置の解像度が低いためにそのままでは表示できないような場合がある。その場合に、従来は画素を間引いて表示していたが、ここの映像生成装置3 Eでは、人間が見たときに高い解像度のままで見たときとできるだけ見え方が一致するように画像を表示できるようにしたものである。そのため、見え方算出部2 5に人間の視覚感度特性に合致する時空間フィルタを搭載し、低い解像度の画像を見たときの見え方を算出する。それが原映像データ格納部2 1に格納されている高い解像度の画像を見たときの見え方とできるだけ一致するように映像を算出する。この映像生成装置3 Eによると、低い解像度の表示装置に表示したときにおいて、高い解像度の表示装置に表示した場合と比較してほとんど遜色のない映像を表示することができる。

【0050】図示は省略したが、本発明に係る第7の態様の映像生成装置3 Fにおいては、上述した第1～第5の態様の映像生成装置3～3 Dに対し、被表示対象の属性として3次元物体の3次元形状パラメータと3次元運動パラメータとを用い、見え方算出部2 5において、動いている物体を見たときにその物体の3次元運動と3次元形状を知覚する人間の機能のモデルを用いたものである。3次元運動と3次元形状を知覚する人間の機能のモデルとしては、第6の態様の説明で述べた時空間フィルタ、勾配法の原理によってオブティカルフローを算出する手段、さらにオブティカルフローから物体の3次元運動と3次元形状を算出する手段を用いる。これによって、例えば、実際に回転するバーバーボールをそのまま見たときにはバーバーボールが回転しているのではなく鉛直方向に移動しているように見えるが、この映像生成装置3 Fにしたがって映像を算出すれば、バーバーボールが正しく回転しているように見える映像を生成することができる。

【0051】次に、3種類の映像の本発明への適用例について説明する。まず、本発明を適用して標準文字フォントS Fからそれを縮小した縮小文字フォントR Fの映像を生成する例について説明する。

【0052】図8は標準文字フォントから縮小文字フォントを生成する過程を模式的に示す図である。図8

(A)は標準文字フォントS Fであり、標準文字フォントS Fを特定の距離から見たときに見える映像が、本発明における見せたいものA又は原映像データD pに相当する。表示映像算出部2 2において、標準文字フォントS Fを2分の1の大きさに縮小する演算を行い、図8

(B)に示す縮小文字フォントR Fを生成する。縮小文字フォントR Fは、全体の大きさが2分の1となっている他、各部のプロポーションが人間の視覚に関する心理現象及び表示装置による制約を補うように変形されている。縮小文字フォントR Fは、図8 (C)に示すようにフレームメモリ映像R F 1としてフレームメモリFMに書き込まれる。表示部3 0がある場合にはそれが画面に表示される。見え方算出部2 5において、図8 (D)に示すように視覚文字フォントR F 2が算出される。視覚文字フォントR F 2と標準文字フォントS Fとが比較部2 6で比較され、両者が近くなるように映像算出パラメータが更新される。更新された映像算出パラメータによって再度縮小文字フォントR Fが生成され、以降これらの処理が適当回数繰り返される。最終的に得られた縮小文字フォントR Fが目標とする映像である。最終的に映像算出パラメータ格納部2 3に格納されている映像算出パラメータを用いることにより、同種の標準文字フォントから、視覚に関する心理現象及び表示装置による制約を補った縮小文字フォントを生成することができる。

【0053】また、標準文字フォントS Fと画面に表示された縮小文字フォントR Fとを実際に見て比較し、それに対する評価を入力することによって、見え方算出パラメータを更新し、これによって視覚モデルに変更を加える。なお、ここでの評価の手法として、例えば「2つのフォントは同一に見えるか」という質問に対して、イエス又はノーで答える。

【0054】次に、円柱のCGデータに基づいて回転する円柱の映像を生成する例について説明する。この例では、本来見せたいものは映像中の剛体物体の3次元形状と3次元運動であるとする。つまり、図2における一致度の評価では、3次元形状及び3次元運動を比較する。

【0055】円柱のCGデータは、3次元形状データ及び3次元運動データとして被表示対象属性格納部2 1 aに格納されている。それらのデータ(属性D p)に基づいて、回転する円柱のデータが表示映像算出部2 2で算出され、その映像がフレームメモリFMに書き込まれる。回転する円柱のデータは、回転過程にあるそれぞれの姿勢又は位置における円柱の時系列データとして得られる。得られたデータに基づいて、見え方算出部2 5によって回転する円柱の見え方である見え方データD sが算出される。それらが比較され、互いに一致するように映像算出パラメータが更新される。

【0056】フレームメモリFMに書き込まれた回転す

る円柱の映像を画面で実際に見て、それに対する評価を入力して見え方算出パラメータを更新し、視覚モデルに変更を加える。なお、ここでの評価の手法として、例えば「目標とする回転になっているか」又は「2つの円柱の回転は同じか」などの質問に対して、イエス又はノーで答える。

【0057】ところで、人間は単眼の場合でも動いている物体の3次元的な形や動きを知覚することができる。これらの3次元情報を知覚するプロセスは次の二段階で行われている。最初にオブティカルフローと呼称される網膜上での2次元速度場を算出し、次にオブティカルフローを基に物体の3次元的な動きと形を知覚する。ここで、時間的に変化するパターンを見たときの人間の知覚特性に基づいてモデル化したオブティカルフローの算出方法、及びオブティカルフローをもとに物体の3次元の動きと形を類推する方法について、簡単に説明する。得られた結果は視覚モデルの初期値として用いる。

【0058】なお、これらの方法については、遠藤、鳥生、吉田、「時空間に関する滑らかさ制約を用いたオブ*

$$\begin{aligned} L(x, y, t) = & -[U_n(x, y, t) - U_{n-1}(x, y, t)] \\ \tau(dU_n/dt) = & \sigma \nabla^2 U_n(x, y, t) \\ & - [U_n(x, y, t) - U_{n-1}(x, y, t)] \end{aligned} \quad \dots\dots (4)$$

但し、 $[n=1 \sim N, U_0(x, y, t) = W(x, y, t)]$

この時空間フィルタの周波数特性は、人間の目の周波数特性と良く一致している。上述の(4)式の時空間フィ※

$$\begin{aligned} \tau[\partial(v_x, v_y)/\partial t] \\ = \sigma \nabla^2(v_x, v_y) - [(L_x, L_y)/(L_x^2 + L_y^2)] \end{aligned}$$

ここで、 v_x, v_y はオブティカルフローの成分である。(4)(5)式によって、動画像からオブティカルフローが算出される。

【3次元構造と運動の推定】3次元空間を運動している物体は、網膜上に2次元の速度ベクトル場、すなわちオブティカルフローを生じさせる。逆に網膜上でのオブティカルフローから物体の動きと形を復元することを考える。3次元が2次元の網膜に投影されるときに次元が1つ落ちるので、一般的には2次元像から3次元像を復元できない。そこで、物体が剛体であると仮定する。この

とき、物体の動きは並進運動(T_x, T_y, T_z)と回★

$$\begin{vmatrix} dX/dt \\ dY/dt \\ dZ/dt \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} W_x \\ W_y \\ W_z \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} X \\ Y \\ Z \end{vmatrix} \quad \dots\dots (7)$$

【0063】で表される。(6)式を時間で微分して

$$\begin{aligned} v_x = & -W_x x y + W_y (1 + x^2) + W_z y + (T_x - T_z x) Z \\ v_y = & -W_x (1 + y^2) + W_y x y + W_z x + (T_y - T_z x) Z \end{aligned} \quad \dots\dots (8)$$

が得られる。(8)式は網膜上の各点で成立するが、こ

*ティカルフローの算出」信学会論文集, Vol. J74-D-11, No. 12, pp1678-1685、及び、N. Tagawa, T. Toriu, and T. Endoh, "Un-Biased Linear Algorithm for Recovering Three-Dimensional Motion from Optical Flow", IEICE Trans. Inform. & Syst. Vol. E76-D, No. 10, pp1263-1275, 1993に詳しい。

【オブティカルフローの算出】人間の視覚感度特性を近似的に再現する時空間フィルタのモデルを構成し、このモデルを拡張することでオブティカルフローを算出するモデルを導く。目に入る光りのパターンを $I(x, y, t)$ 、時空間フィルタの出力を $L(x, y, t)$ とすると、時空間フィルタは次の(4)式で表すことができる。

【0059】

※ルタは、スカラー場に対する方程式である。オブティカルフローを算出するために、(4)式をベクトルの形式に改め、それを(4)式の出力に施す。

【0060】

$$\cdot (L_x v_x + L_y v_y + L_t) \dots (5)$$

★転運動(W_x, W_y, W_z)だけで決まる。解くべき問題はオブティカルフローから並進運動と回転運動、及び網膜からの各点の奥行き座標を求めることである。

【0061】物体上の点(X, Y, Z)は網膜上の点(x, y)に投影されるとき、焦点距離を1とすると、 $x = X/Z$

$$y = Y/Z \quad \dots\dots (6)$$

の関係がある。また、点(X, Y, Z)の速度は、

【0062】

【数1】

x, Wy, Wz ）、及び奥行き座標 Z をそれぞれ未知数として解けばよい。

【0064】次に、物体を多視点から実写し、得られた複数の映像に基づいて任意視点の物体の映像を生成する例について説明する。この例では、生成された映像を人間が見たときに、本来の3次元形状と3次元運動を正しく知覚できるようにする、というのが問題設定である。実写の映像として、例えばビルを異なる位置から撮影した2枚の写真を用いる。これらの2枚の写真に基づいて、それらの映像を補間して立体的なビルの回転の像を作成する。その際に、どのように補間すれば実在感が得られるかという問題に解が与えられるので、これによって補間のパラメータを最適化することができる。

【0065】与えられた複数の画像（映像）に基づいて任意視点から見た映像を生成するには、特徴点抽出（指定）、カメラの視点とカメラの方向推定、近傍3視点の選択、及び、3視点画像の補間合成の各ステップを順次実行する。特徴点抽出（指定）のステップでは、複数の視点から撮影したそれぞれの画像における特徴点の位置と、ある画像と他の画像の特徴点の対応関係を指定する。カメラの視点とカメラの方向推定では、複数枚の画像の特徴点の対応関係に基づいて、物体に固定された座標系におけるカメラの視点の位置とカメラの方向を推定する。ここでは、画像が透視投影によって生成されたとの仮定の下に、特徴点の数と視点の数が多い極限で最適性（最小分散性）が補償されている最尤推定に基づいて推定する。近傍3視点の選択では、物体に固定された座標系における指定された視点の近傍にある3つの視点を選択する。具体的には、選択した3つの視点の位置ベクトルが作る三角錐の内部に指定された視点の位置ベクトルが存在し、しかも、推定された視点の位置ベクトルと選択した視点の位置ベクトルのなす角ができるだけ小さくなるような3視点を選択する。

【0066】次に、3視点画像の補間合成では、選択された3視点から撮影した画像を基に、それらを以下のように補間合成して、指定された視点から見た映像を生成する。まず、選択された3視点の画像における特徴点の位置を基に、指定された視点の画像において対応する特徴点の位置を定める。その方法には任意性があるが、図2の内側のループ1Aを回りながら最適な特徴点の位置を求める。初期値としては、それぞれの画像を、原点を中心にある角度だけ回転させて方向をそろえ、その上で、指定した視点と選択した視点の間の角度に応じた重みをつけて3つの特徴点の位置を平均したものをを用いる。

【0067】次に、選択された3視点の画像のそれぞれを、指定した視点の画像に変換する座標変換を求める。この座標変換は、それぞれの視点における画像の特徴点の位置が、指定した視点における画像の対応する特徴点の位置に変換されるという条件を満たす範囲で任意性が

ある。この任意性も、図2の内側のループ1Aを回すことによって、生成された映像を人間が見たときにできるだけ正しく3次元形状と3次元運動が知覚できるように解消する。座標変換の初期値としては、予め各特徴を頂点とする三角形によってそれぞれの画像を分割しておき、それぞれの三角形の内部を3頂点の対応で定まるアフィン変換で変換するような座標変換を用いる。選択されたそれぞれの3視点画像を指定した視点からみた画像に変換する座標変換が定まると、その座標変換によってそれぞれの3視点画像を変換したものを適当に重みを付けて合成し、その視点から見た画像を生成する。

【0068】

【発明の効果】請求項1乃至請求項8の発明によると、見せたいもの又は映像に加工を施すことによって、画面に表示された映像を見たときの見え方を本来見せたい映像にできるだけ一致させ、映像に実在感を与えることができる。

【0069】請求項3の発明によると、見せたいものと見え方とのずれが許容範囲を越える場合などにおいて、視覚モデルをより妥当なものに変更することができる。請求項5の発明によると、表示装置毎に異なる特性に対応して最適な映像を算出することができる。

【0070】請求項6の発明によると、算出された映像を見たときの人間の見え方をより正確に算出することができ、原映像データと見え方データとをよりよく一致させることができる。

【0071】請求項7の発明によると、パラメータでは表現しきれない表示装置の特性をも計算に入れることができ、より確実に表示装置の特性に適応することができる。請求項8の発明によると、3次元形状の物体の3次元運動に実在感を与えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本的な考え方を示す図である。

【図2】本発明の映像の生成方法を説明するための図である。

【図3】本発明に係る第1の態様の映像生成装置を示すブロック図である。

【図4】本発明に係る第2の態様の映像生成装置を示すブロック図である。

【図5】本発明に係る第3の態様の映像生成装置を示すブロック図である。

【図6】本発明に係る第4の態様の映像生成装置を示すブロック図である。

【図7】本発明に係る第5の態様の映像生成装置を示すブロック図である。

【図8】標準文字フォントから縮小文字フォントを生成する過程を模式的に示す図である。

【図9】従来における映像生成装置の構成を示すブロック図である。

【図10】物体投影を説明する図である。

17

【図 1】人間の視覚に関する心理現象の例を説明する図である。

【符号の説明】

3, 3 A, 3 B, 3 C, 3 D 映像生成装置

A 見せたいもの

Dp 原映像データ

J 映像

B 見え方

Ds 視覚映像データ

f 映像生成手段

v 視覚モデル

FM フレームメモリ

21 原映像データ格納部

18

21 a 被表示対象属性格納部 (原映像データ格納部)

21 b 画像データ格納部 (原映像データ格納部)

22 表示映像算出部

23 映像算出パラメータ格納部

24 映像算出パラメータ更新部

25 見え方算出部

26 比較部

27 ディスプレイ特性格納部 (表示特性情報格納部)

28 見え方算出パラメータ格納部

10 29 見え方算出パラメータ更新部

30 表示装置 (表示部)

31 評価入力部

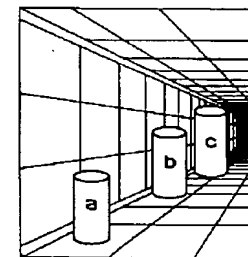
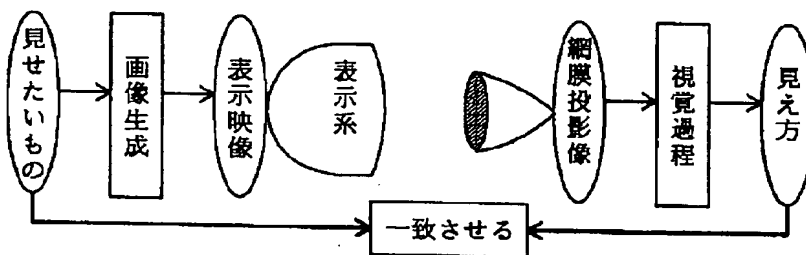
32 映像入力部

【図 1】

【図 11】

本発明の基本的な考え方を示す図

人間の視覚に関する心理現象の例を説明する図

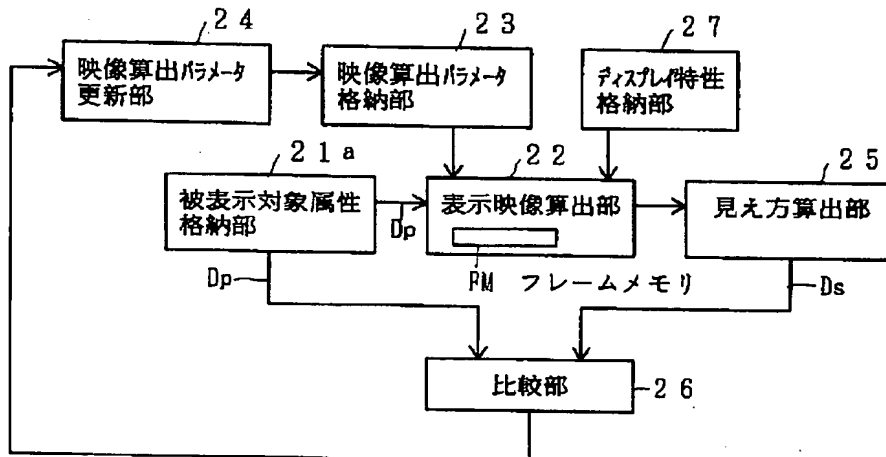


a, b, c は同一の円筒

【図 4】

本発明に係る第 2 の態様の映像生成装置 3 A を示すブロック図

3 A



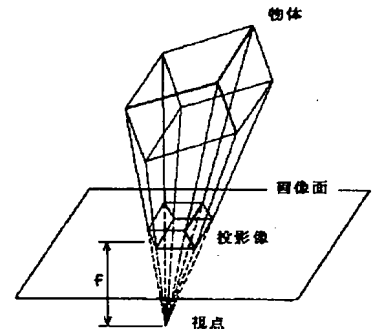
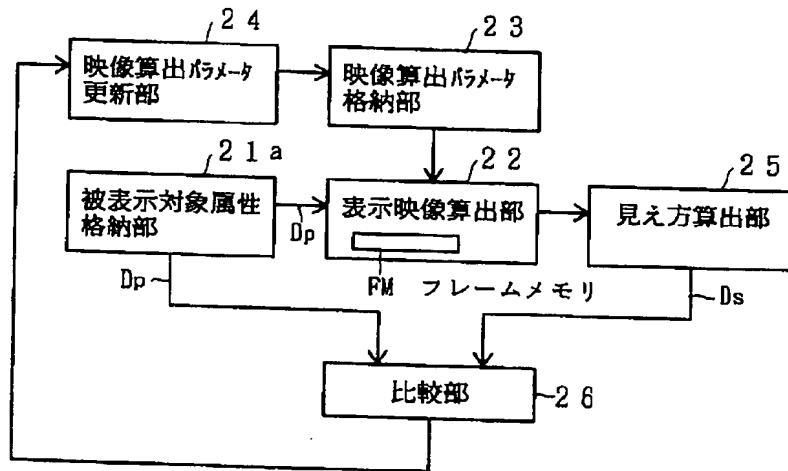
【図3】

【図10】

本発明に係る第1の態様の映像生成装置3を示すブロック図

物体投影を説明する図

3 映像生成装置

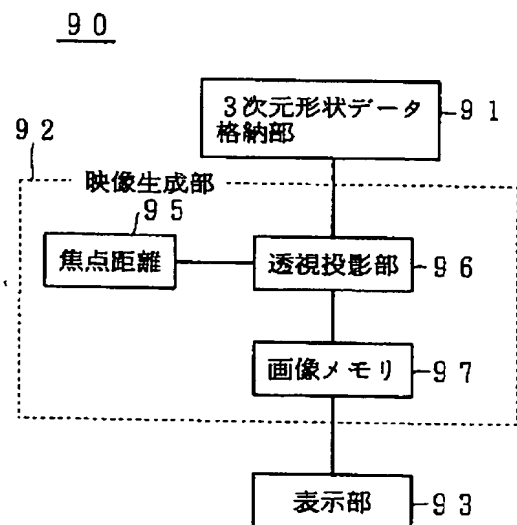
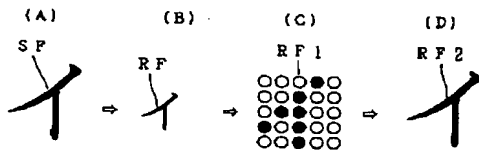


【図8】

【図9】

標準文字フォントから縮小文字フォントを生成する過程を模式的に示す図

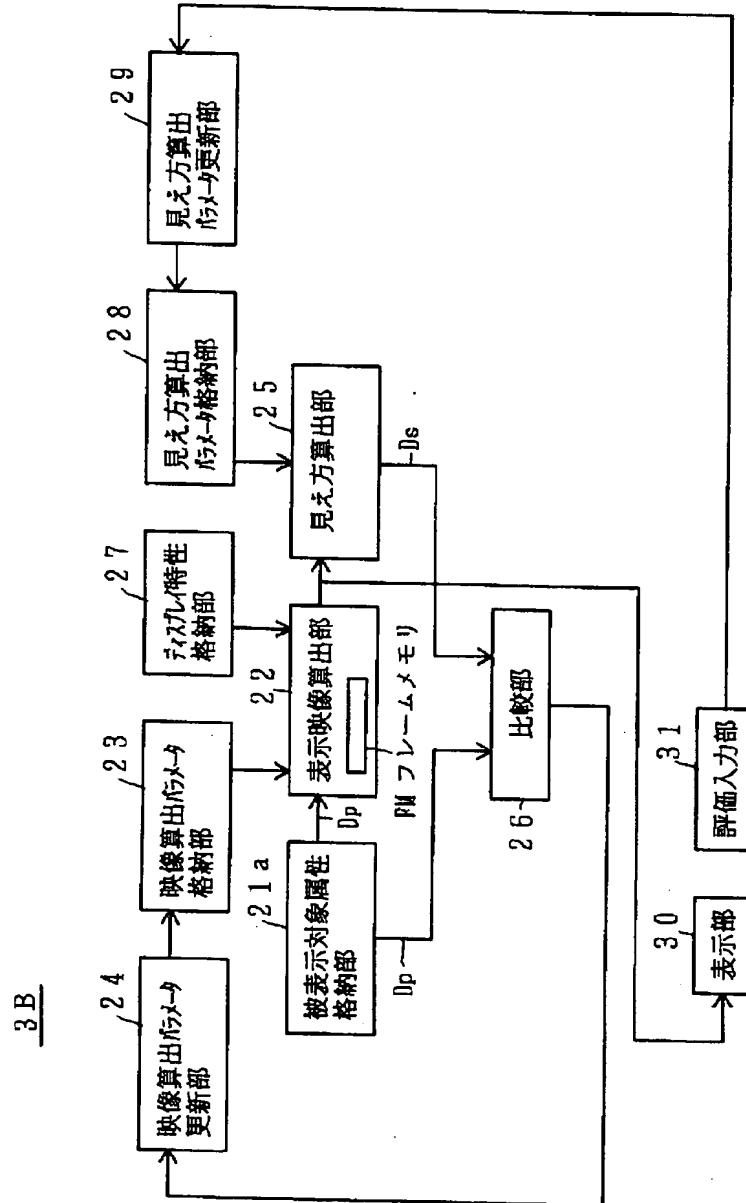
従来における映像生成装置の構成を示すブロック図



【図5】

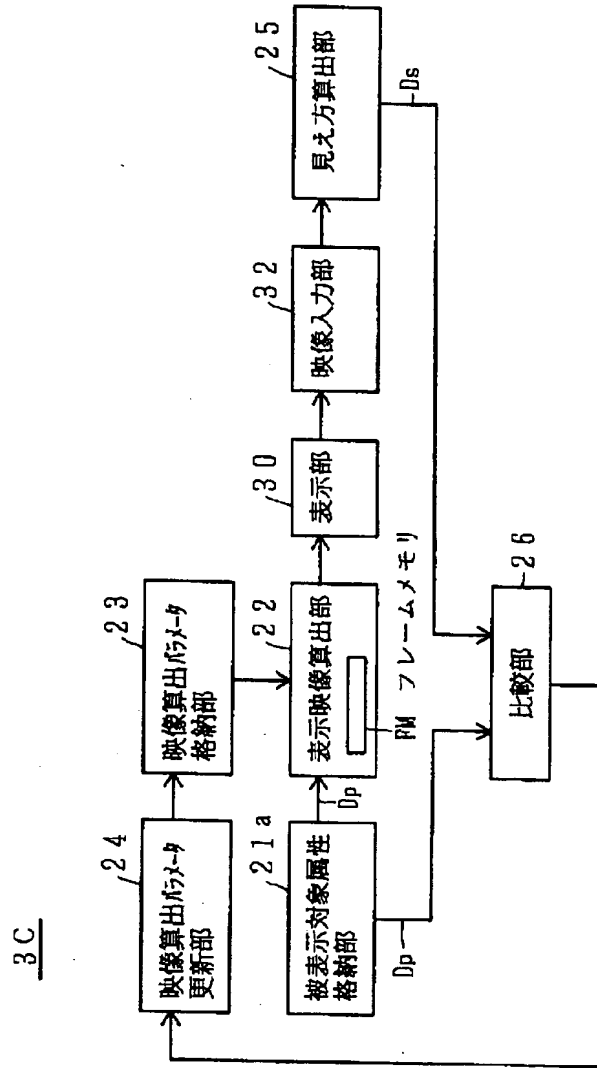
本発明に係る第3の態様の映像生成装置

3Bを示すブロック図



【図6】

本発明に係る第4の態様の映像生成装置
3Cを示すブロック図



【図7】

本発明に係る第5の態様の映像生成装置3Dを示すブロック図

